



KARTA PRZEDMIOTU

Kod przedmiotu	1070- IC000- SPM-202	Nazwa przedmiotu	w j. polskim	Procesy membranowe 3
			w j. angielskim	Membrane Processes 3
Jednostka prowadząca przedmiot		Wydział Inżynierii Chemicznej i Procesowej		
Osoba odpowiedzialna za moduł/przedmiot		prof. dr hab. inż. Marek Gryta		
Osoby prowadzące przedmiot		prof. dr hab. inż. Marek Gryta – Destylacja membranowa prof. dr hab. inż. Grażyna Zakrzewska-Końtuniewicz – Specjalne zastosowania technik membranowych dr hab. inż. Maciej Szwaś, prof. uczelni – Modelowanie procesów membranowych		
Forma studiów	Studia niestacjonarne			
Poziom kształcenia	Studia podyplomowe		Nominalny semestr studiów	2
Forma zajęć/ liczba godzin	Wykład	Ćwiczenia audytoryjne	Ćwiczenia projektowe	Laboratorium
	18	0	4	0
Limit słuchaczy	30		Liczba punktów ECTS	3
Język zajęć	polski	Typ przedmiotu	obowiązkowy	

I. Wymagania wstępne i dodatkowe

i.1	Znajomość podstawowych zagadnień z chemii – jak dyfuzja, wymiana ciepła (liczby kryterialne – Reynoldsa, Nusselta, itd.), zwilżanie, napięcie powierzchniowe, wpływ temperatury na rozpuszczalność soli i prężność pary wodnej.
i.2	Podstawowa wiedza o procesach membranowych i metodach rozdzielania; znajomość elementów chemii i fizyki jądrowej.
i.3	Umiejętność zapisywania bilansów masy i energii. Znajomość metod rozwiązywania równań różniczkowych.

II. Cele przedmiotu

II.1	Zapoznanie z podstawami teoretycznymi przebiegu procesu destylacji membranowej (MD).
II.2	Przedstawienie studentom możliwości aplikacyjnych procesu MD.
II.3	Poszerzenie i ugruntowanie wiedzy o procesach separacyjnych, zwłaszcza membranowych i możliwościach ich stosowania.
II.4	Nabycie wiedzy o wykorzystaniu metod membranowych w atomistyce i chemii jądrowej; zapoznanie się z bieżącymi trendami specjalnych zastosowań procesów membranowych.
II.5	Zapoznanie z zasadami modelowania matematycznego procesów membranowych.

III. Treści programowe przedmiotu (oddzielnie dla każdej formy zajęć)

IV.1. Wykład

Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Destylacja membranowa – warianty procesu. Podstawy destylacji membranowej; siła napędowa transportu masy – różne układy realizacji procesu; podstawowe konstrukcje modułów membranowych.	1
2.	Wymiana masy i ciepła w procesie MD. Opis transport masy i ciepła przez membranę; zjawisko polaryzacji stężeniowej i temperaturowej; modelowanie procesu.	1

3.	Właściwości membran stosowanych w procesie MD. Rodzaje materiałów stosowanych do wytwarzania membran MD; membrany polimerowe i ceramiczne; membrany wielowarstwowe.	1
4.	Fouling i scaling – wpływ na zwilżanie membran. Rola chemii powierzchni membran w zwiększaniu trwałości membran; procesy powodujące niszczenie struktury membran – metody zapobiegania.	1
5.	Odsalanie wody metodą MD. Jakość produkowanej wody; źródła energii; problemy procesowe; instalacje pilotowe.	1
6.	Bioreaktory membranowe. Zjawisko biofoulingu; otrzymywanie etanolu; otrzymywanie bioproduktów – na przykładzie fermentacji glicerolu.	1
7.	Możliwości zastosowania procesu MD do oczyszczania ścieków. Przykłady badanych technologii z wykorzystaniem procesu MD	1
8.	Historia procesów membranowych w naukach jądrowych; zagadnienia chemii jądrowej, izotopy, ich zastosowania. Rozdzielanie izotopów lekkich metodami membranowymi.	1
9.	Procesy separacyjne stosowane w technologiach jądrowych; techniki membranowe.	1
10.	Wykorzystanie procesów membranowych w chemii jądrowej i w energetyce jądrowej; projekt Manhattan, dyfuzyjne metody separacyjne, teoria kaskady rozdzielczej, wzbogacanie uranu-235.	1
11.	Odpady promieniotwórcze: sposoby unieszkodliwiania, zastosowanie procesów membranowych.	1
12.	Badanie procesów membranowych metodami jądrowymi: metody radioizotopowe, zastosowanie znaczników promieniotwórczych w badaniach instalacji membranowych	1
13.	Metody membranowe w elektrowniach jądrowych: przykłady zastosowań.	1
14.	Modelowanie matematyczne procesów membranowych – zasady bilansowania.	4
15.	Podsumowanie i zaliczenie	1
IV.2. Ćwiczenia projektowe		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Wykonanie modelu matematycznego wybranego procesu membranowego.	4

IV. Wykaz osiągniętych efektów uczenia się		
Kod efektu*	Opis efektu uczenia się	Odniesienie do efektów uczenia się dla programu
W1	Ma wiedzę z zakresu podstaw procesu destylacji membranowej.	K_W02
W2	Ma wiedzę z zakresu wykorzystania membran w naukach jądrowych.	K_W02, K_W05
W3	Potrafi opisywać proces membranowy równaniami matematycznymi.	K_W01, K_W03
U1	Potrafi wyszukiwać i korzystać z informacji naukowej zawartej w artykułach i książkach naukowych.	K_U01
U2	Potrafi opisywać matematycznie procesy membranowe	K_U02
KS1	Ma świadomość ograniczeń i wykorzystywania szans wynikających z zastosowania destylacji membranowej oraz technik specjalnych.	K_K03

*) Rodzaje efektów: W- wiedza, U- umiejętności, KS – kompetencje społeczne

V. Metody weryfikacji efektów uczenia się

Efekt	Forma weryfikacji						
	Egzamin ustny	Egzamin pisemny	Zaliczenie pisemne	Test końcowy	Prace domowe	Referat/ sprawozdanie	Ocena udziału w dyskusji
W1				X	X		X
W2				X	X		X
W3				X	X		X
U1				X	X		X
U2				X	X		X
KS1				X	X		X

VI. FORMA DOKUMENTACJI OSIĄGNIĘTYCH EFEKTÓW UCZENIA SIĘ

Prace domowe – dokumentacja papierowa lub elektroniczna.
 Test końcowy – przeprowadzony i archiwizowany w formie elektronicznej.
 Ocena udziału w dyskusji - notatki prowadzącego.

VII. Literatura

1. Maria Tomaszewska, Destylacja membranowa, Prace Naukowe Politechniki Szczecińskiej, nr. 531, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, Szczecin, 1996.
2. Marek Gryta, Rozdzielanie składników roztworów techniką destylacji membranowej, Prace Naukowe Politechniki Szczecińskiej, nr. 577, Wydawnictwo Uczelniane Politechniki Szczecińskiej, Szczecin, 2003.
3. Marek Gryta, Metodyka badań procesu destylacji membranowej oraz Destylacja membranowa podstawy teoretyczne – zakładka: materiały dla studentów, strona „margryta.zut.edu.pl”.
4. M. Khayet, T. Matsuura, Membrane Distillation, Principles and Applications, first ed. Elsevier, Kidlington, Oxford, Great Britain, 2011.
5. Marek Gryta, The Application of Submerged Modules for Membrane Distillation, Membranes 2020, 10, 25; doi:10.3390/membranes10020025 (Open Access - <https://www.mdpi.com/2077-0375/10/2/25>).
6. Marek Gryta, Capillary Polypropylene Membranes for Membrane Distillation, Fibers 2019, 7, 1; doi:10.3390/fib7010001 (Open Access - <https://www.mdpi.com/2079-6439/7/1/1>)
7. Membrany i membranowe techniki rozdziału, praca zbiorowa pod red. A. Narębskiej, UMK, Toruń 1997.
8. G. Zakrzewska-Trznadel „Procesy membranowe w technologiach jądrowych” Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa 2006.
9. G. Zakrzewska-Trznadel „Procesy membranowe w technologiach jądrowych – wybrane zagadnienia modelowania transportu masy oraz projektowania systemów rozdzielania”, Instytut Chemii i Techniki Jądrowej, Warszawa 2006.
10. G. Zakrzewska-Trznadel, M. Khayet, Membranes in Nuclear Science and Technology: Membrane Modification as a Tool for Performance Improvement, in: Membrane Modification. Technology and Applications, ed. N. Hilal, M. Khayet, C. J. Wright, CRC Press Taylor & Francis Group, 2012, 2-19.
11. G. Zakrzewska-Koltuniewicz, Advancement in Membrane Methods for Liquid Radioactive Waste Processing: Current Opportunities, Challenges, and the Global Scenario. In: Handbook of Membrane Separations, Chemical, Pharmaceutical, Food and Biotechnological Applications, Second Edition, ed. by A.K. Pabby, S. S.H. Rizvi, A.M. Sastre, CRC Press Taylor & Francis Group (2015), Pages 665-708.
12. A.B. Kołtuniewicz, E.Drioli, Membranes in Clean Technologies, Theory and Practice, WILEY-VCH Verlag GmbH & Co, KGaA, 2008.
13. A. Selecki, Rozdzielanie izotopów naturalnych, PWN, Warszawa, 1965.
14. K. Cohen, Theory of Isotope separation as applied to the large-scale production of ²³⁵U, National Nuclear Energy Series III-1B, McGraw-Hill, New York, 1957.
15. E. Iller, Badania znacznikowe w inżynierii procesowej, Wydawnictwa Naukowo-Techniczne, Warszawa, 1992.
16. W. Szymański, Chemia Jądrowa, PWN, Warszawa, 1996.
17. L. Dobrzyński, Zarys nukleoniki, PWN, 2017
18. G. Jeziński, Energia Jądrowa wczoraj i dziś, WNT, 2014.

VIII. Nakład pracy studenta –		
Lp.	Treść	Liczba godz.
1.	Godziny kontaktowe z nauczycielem akademickim wynikające z planu studiów	22
2.	Przygotowanie do zajęć (studiowanie literatury, odrabianie prac domowych itp.)	8
3.	Zbieranie informacji, opracowanie wyników	4
4.	Przygotowanie sprawozdania, prezentacji, raportu, dyskusji	4
5.	Nauka samodzielna – przygotowanie do zaliczenia/kolokwium/egzaminu	5
Sumaryczne obciążenie studenta pracą		43
Liczba punktów ECTS		2